

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H04N 7/34

H04N 7/50



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01806682.8

[43] 公开日 2003 年 5 月 14 日

[11] 公开号 CN 1418436A

[22] 申请日 2001.1.22 [21] 申请号 01806682.8

[30] 优先权

[32] 2000.1.21 [33] FI [31] 20000131

[86] 国际申请 PCT/FI01/00050 2001.1.22

[87] 国际公布 WO01/54416 英 2001.7.26

[85] 进入国家阶段日期 2002.9.16

[71] 申请人 诺基亚有限公司

地址 芬兰埃斯波

[72] 发明人 O·卡莱沃 J·瓦特里

B·-P·多布林 M·卡策维茨

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

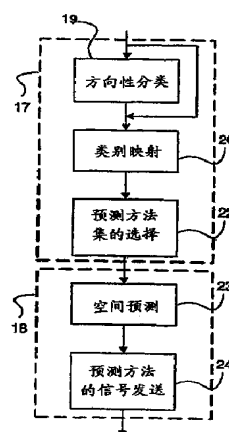
代理人 杨 凯 陈 霁

权利要求书 6 页 说明书 28 页 附图 10 页

[54] 发明名称 图像编码方法和图像编码器

[57] 摘要

本发明涉及一种用于对数字图像进行编码的方法，在此方法中数字图像被分成块(C, L, U, UL, UR)。在此方法中对块(C)进行空间预测、以便减少要传输的信息量，其中定义了至少一种预测方法(P1—P13)。在此方法中，根据待预测的所述块(C)的至少一个相邻块(L, U)的内容来确定所述相邻块(L, U)的分类，并根据至少一个所述分类来为当前块(C)选择预测方法(P1—P13)。



1. 一种用于对数字图像进行编码的方法，在所述方法中所述数字图像被分成块(C,L,U,UL,UR)，其特征在于，在所述方法中，对块(C)进行空间预测以便减少要传输的信息量，其中定义了至少一种预测方法(P1—P13)，根据待预测的所述块(C)的至少一个相邻块(L,U)的内容来确定所述相邻块(L,U)的分类，并且根据至少一个所述分类为当前块(C)选择预测方法(P1—P13)。

2. 如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述分类是根据所述块的方向性信息来确定的。

3. 如权利要求2所述的方法，其特征在于，所述块的方向性信息是通过根据所述块的像素值计算至少一个梯度值(g_k)来确定的。

4. 如权利要求3所述的方法，其特征在于，所述梯度值(g_k)用下列公式来计算：

$$\begin{aligned}
 g_0 &= \frac{1}{N(N-1)} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-1} \sum_{x=0}^{N-2} |I(x, y) - I(x+1, y)| \right) \\
 g_1 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} |I(x, y) - \frac{1}{2}(I(x-1, y) + I(x-1, y+1))| \right) \\
 g_2 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} |I(x, y) - I(x-1, y+1)| \right) \\
 g_3 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} |I(x, y) - \frac{1}{2}(I(x-1, y+1) + I(x, y+1))| \right) \\
 g_4 &= \frac{1}{N(N-1)} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-1} |I(x, y) - I(x, y+1)| \right) \\
 g_5 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} |I(x, y) - \frac{1}{2}(I(x, y+1) + I(x+1, y+1))| \right) \\
 g_6 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} |I(x, y) - I(x+1, y+1)| \right) \\
 g_7 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} |I(x, y) - \frac{1}{2}(I(x+1, y) + I(x+1, y+1))| \right) \quad (1)
 \end{aligned}$$

其中 N 为所述块的大小, $I(x,y)$ 代表像素强度值, 附标 x 和 y 指所述块内像素的坐标, k 表示边缘取向。

5. 如权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 为不同的边缘取向定义至少八个方向性类别(D0—D7)。

5 6. 如权利要求 1 到 5 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述分类还包括三个无方向性类别(D8—D10), 它们对应于平坦、光滑纹理以及粗糙纹理的块。

7. 如权利要求 1 到 6 中任一项所述的方法, 其特征在于, 在所述方法中定义了至少两种上下文类别(C0—C6), 其中执行映射阶段, 在
10 所述映射阶段中分类信息(D8—D10)被映射到所述上下文类别(C0—C6)之一中。

8. 如权利要求 1 到 7 中任一项所述的方法, 其特征在于, 在所述方法中, 根据待预测的所述块(C)的两个相邻块(L,U)的内容来确定所述相邻块(L,U)的分类, 为所述相邻块(L,U)定义上下文类别(C0—C6), 并
15 且根据所定义的上下文类别(C0—C6)的组合为所述当前块(C)选择预测方法(P1—P13)。

9. 如权利要求 1 到 8 中任一项所述的方法, 其特征在于, 在所述方法中定义了成本函数, 其中所述预测方法的选择包括以下步骤:

为至少两种预测方法计算所述成本函数的值,
20 采用所计算的成本函数值来寻找最小值, 以及
选择产生成本函数的所述最小值的预测方法。

10. 如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于所述成本函数定义为:
 $Cx = D + \lambda R,$

其中成本 Cx 定义为与各所述预测方法有关的失真 D 和速率 R 的
25 加权和, λ 为加权因子。

11. 如权利要求 1 到 10 中任一项所述的方法, 其特征在于, 在所述方法中根据所预测的块和所述块(C)的实际像素值来定义预测误差, 对所述预测误差信息进行编码并发送所述编码的预测误差信息。

12. 一种用于对分成块(C,L,U,UL,UR)的数字图像进行编码的装置,其特征在于所述装置包括对块(C)进行空间预测、以便减少要传输的信息量的装置,其中定义了至少一种预测方法(P1—P13),所述装置还包括根据待预测的所述块(C)的至少一个相邻块(L,U)的内容来确定
5 所述相邻块(L,U)的的分类的装置以及根据至少一个所述分类为所述当前块(C)选择预测方法(P1—P13)的装置。

13. 如权利要求 12 所述的装置,其特征在于,所述用于确定分类的装置包括用于确定所述块的方向性信息的装置。

14. 如权利要求 13 所述的装置,其特征在于,所述用于确定方向
10 性信息的装置包括根据所述块的像素值来计算至少一个梯度值(g_k)的装置。

15. 如权利要求 14 所述的装置,其特征在于,所述梯度值(g_k)用下列公式来计算:

$$\begin{aligned}
 g_0 &= \frac{1}{N(N-1)} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-1} \sum_{x=0}^{N-2} |I(x, y) - I(x+1, y)| \right) \\
 g_1 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} \left| I(x, y) - \frac{1}{2} (I(x-1, y) + I(x-1, y+1)) \right| \right) \\
 g_2 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} |I(x, y) - I(x-1, y+1)| \right) \\
 g_3 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} \left| I(x, y) - \frac{1}{2} (I(x-1, y+1) + I(x, y+1)) \right| \right) \\
 g_4 &= \frac{1}{N(N-1)} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-1} |I(x, y) - I(x, y+1)| \right) \\
 g_5 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} \left| I(x, y) - \frac{1}{2} (I(x, y+1) + I(x+1, y+1)) \right| \right) \\
 g_6 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} |I(x, y) - I(x+1, y+1)| \right) \\
 g_7 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} \left| I(x, y) - \frac{1}{2} (I(x+1, y) + I(x+1, y+1)) \right| \right) \quad (1)
 \end{aligned}$$

其中 N 为所述块的大小, $I(x,y)$ 代表像素强度值, 附标 x 和 y 指所述块内像素的坐标, k 表示边缘取向。

16. 如权利要求 15 所述的装置, 其特征在于, 为不同的边缘取向定义了至少八种方向性类别(D0—D7)。

5 17. 如权利要求 12 到 16 中任一项所述的装置, 其特征在于, 所述分类还包括三个无方向性类别(D8—D10), 它们对应于平坦、光滑纹理以及粗糙纹理的块。

18. 如权利要求 12 到 17 中任一项所述的装置, 其特征在于, 定义了至少两种上下文类别(C0—C6), 所述装置包括用于执行映射阶段的装置, 其中把所述分类信息(D8—D10)设置成被映射到所述上下文类别(C0—C6)之一中。

19. 如权利要求 12 到 18 中任一项所述的装置, 其特征在于所述装置包括: 用于根据待预测的所述块(C)的两个相邻块(L,U)的内容来为所述相邻块(L,U)进行分类的装置; 用于为所述相邻块(L,U)定义上下文类别(C0—C6)的装置; 以及根据所定义的上下文类别(C0—C6)的组合为所述当前块(C)选择预测方法(P1—P13)的装置。

20. 如权利要求 12 到 19 中任一项所述的装置, 其特征在于, 定义了成本函数, 其中用于选择预测方法(P1—P13)的装置包括以下装置:

20 为至少两种预测方法计算所述成本函数值的装置,
采用所计算的成本函数值来寻找最小值的装置, 以及
选择产生所述成本函数的所述最小值的预测方法的装置。

21. 如权利要求 20 所述的装置, 其特征在于所述成本函数定义为:

25 $C_x = D + \lambda R,$

其中成本 C_x 定义为与各预测方法有关的失真 D 和速率 R 的加权和, λ 为加权因子。

22. 如权利要求 12 到 21 中任一项所述的装置, 其特征在于所述

装置包括：根据所预测的块和所述块(C)的实际像素值来定义预测误差的装置；对所述预测误差信息进行编码的装置；以及用于发送所述编码的预测误差信息的装置。

23. 一种编码器(1)，它包括用于对数字图像进行编码的装置和用于将所述数字图像分成块(C,L,U,UL,UR)的装置，其特征在于，所述编码器(1)包括用于对块(C)进行空间预测、以便减少要传输的信息量的装置，其中定义了至少一种预测方法(P1—P13)，所述编码器(1)还包括用于根据待预测的所述块(C)的至少一个相邻块(L,U)的内容来确定所述相邻块(L,U)的类别的装置，以及根据至少一个所述分类为当前块(C)选择预测方法(P1—P13)的装置。

24. 一种解码器(10)，它包括用于对分成块(C,L,U,UL,UR)的数字图像进行解码的装置，其特征在于，所述解码器(10)包括用于对块(C)进行空间预测、以便减少要传输的信息量的装置，其中定义了至少一种预测方法(P1—P13)，所述解码器(10)还包括用于根据待预测的所述块(C)的至少一个相邻块(L,U)的内容来确定所述相邻块(L,U)的类别的装置，以及根据至少一个所述分类为当前块(C)选择预测方法(P1—P13)的装置。

25. 一种编解码器(1,10)，它包括：用于对数字图像进行编码的装置；用于将所述数字图像分成块(C,L,U,UL,UR)的装置；以及用于对数字图像进行解码的装置，其特征在于，所述编解码器(1,10)包括用于对块(C)进行空间预测、以便减少要传输的信息量的装置，其中定义了至少一种预测方法(P1—P13)，所述编解码器(1,10)还包括用于根据待预测的所述块(C)的至少一个相邻块(L,U)的内容来确定所述相邻块(L,U)的类别的装置，以及根据至少一个所述分类为当前块(C)选择预测方法(P1—P13)的装置。

26. 一种移动终端(24)，它包括：用于对数字图像进行编码的装置；用于将所述数字图像分成块(C,L,U,UL,UR)的装置；以及用于对数字图像进行解码的装置，其特征在于，所述移动终端(24)包括用于对

块(C)进行空间预测、以便减少要传输的信息量的装置,其中定义了至少一种预测方法(P1—P13),所述移动终端(24)还包括:用于根据待预测的所述块(C)的至少一个相邻块(L,U)的内容来确定所述相邻块(L,U)的类别的装置;以及根据至少一个所述分类来为当前块(C)选择预测方法(P1—P13)的装置。

27. 一种用于存储软件程序的存储媒体(24),该程序包括用于对数字图像进行编码的机器可执行步骤和用于将所述数字图像分成块(C,L,U,UL,UR)的机器可执行步骤,其特征在于所述软件程序还包括:用于对块(C)进行空间预测、以便减少要传输的信息量的机器可执行步骤,其中定义了至少一种预测方法(P1—P13);用于根据待预测的所述块(C)的至少一个相邻块(L,U)的内容来确定所述相邻块(L,U)的类别的步骤;以及根据至少一个所述分类为当前块(C)选择预测方法(P1—P13)的步骤。

图像编码方法和图像编码器

5 本发明涉及一种如权利要求 1 的前序部分所述的图像编码方法。
本发明还涉及一种如权利要求 12 的前序部分所述的用于对图像进行
编码的装置。此外, 本发明涉及一种如权利要求 23 的前序部分所述
的编码器、一种如权利要求 24 的前序部分所述的解码器、一种如权
利要求 25 的前序部分所述的编解码器、一种如权利要求 26 的前序
10 部分所述的移动终端以及一种如权利要求 27 的前序部分所述的用于
存储软件程序的存储媒体。

图像可以是任何数字图像、视频图像、电视图像、由录像机产生
的图像、计算机动画和静止图像等。通常, 数字图像由排列成水平
线和垂直线的像素组成, 单个图像中的像素数目通常为数万个。
15 另外, 为各像素产生的信息包括例如与像素相关的通常为八位分辨率
的亮度信息, 在彩色应用中还包括色度信息、如色度信号。此色
度信号通常包括两个分量 Cb 和 Cr, 它们通常都以八位分辨率来传
输。根据这些亮度和色度值, 可以形成与接收视频终端的显示装置
上的原始像素相对应的信息。在此例子中, 为各像素发送的数据量
20 是未压缩的 24 比特。因此, 一幅图像的信息总量达到几兆比特。在
活动图像的传输中, 每秒传输几幅图像。例如, 在电视图像中, 每
秒传输 25 幅图像。在未压缩的情况下, 要传输的信息量会达到每秒
几十兆比特。然而, 例如在因特网数据网络中, 数据传输速率可以
为每秒 64K 比特左右, 这使得实际上不可能通过此网络来进行未经
25 压缩的实时图像传输。

为了减少要传输的信息量, 已经开发了多种不同的压缩方法,
例如 JPEG(联合图像专家组)、MPEG(活动图像专家组)和 H.263 标准。
在视频传输中, 图像压缩可以帧间压缩或帧内压缩的方式、或者它

5 们的组合来进行。在帧间压缩中，目的是消除连续图像帧中的冗余信息。通常，图像含有大量的无变化信息、如静止的背景，或者缓慢变化的信息、如物体缓慢移动时。在帧间压缩中，也可以采用运动补偿预测，其目的是检测图像中正在活动的元素，其中传输运动矢量和预测误差信息，而不是传输像素值。

为了能实时地使用图像压缩技术，发送和接收视频终端应具有足够高的处理速度，使得有可能实时地执行压缩和解压缩。

10 在几种图像压缩技术中，在图像信号被发送到传输路径或存储在存储装置中之前，数字格式的图像信号受到离散余弦变换(DCT)。采用 DCT 可以计算出周期信号的频谱，即执行从时域到频域的变换。在此上下文中，用语“离散”是指在变换中处理分离的像素而不是连续函数。在数字图像信号中，相邻像素通常具有相当大的空间相关性。DCT 的一个特征是，作为 DCT 的结果而建立的系数实际上是不相关的；因此，DCT 以有效的方式进行图像信号从时域到(空间)频域的变换，减小了图像数据的冗余度。因此，使用变换编码是在帧间和帧内编码中减小冗余度的有效方式。

20 在静止图像编码和视频编码中、为独立编码的关键帧(帧内)采用的当前基于块的编码方法采用了基于块的途径。通常，采用某种变换编码将图像分成独立编码的 $N \times M$ 块。纯基于块的编码只能减小特定块内的像素间相关，而没有考虑到像素的块间相关。因此，即使采用基于变换的编码、例如对高度相关的数据具有非常高效的能量压缩性能的 DCT 编码时，纯基于块的编码也产生相当高的比特率。因此，当前的数字图像编码标准开发一些还减少块间像素值相关的方法。

25 当前的数字图像编码方法在变换域中进行预测，即它们试图利用先前已编码的块来预测正在编码的块的 DCT 系数，从而与压缩方法相耦合。一般来说，与图像块内的平均像素值对应的 DCT 系数是利用来自先前已编码块的相同 DCT 系数进行预测的。实际系数和预

测系数之间的差异被传给解码器。然而，这种方案只能预测平均像素值，而且并非很有效。

5 DCT 系数的预测还可以采用空间相邻的块来进行。例如，与块内的平均像素值对应的 DCT 系数是利用来自正被编码的当前块左边或上方的块的 DCT 系数来预测的。与水平频率(即垂直边缘)相对应的 DCT 系数可以从当前块上方的块来预测，而与垂直频率(即水平边缘)相对应的系数可以从位于左边的块来预测。与前面的方法类似，对实际系数和预测系数之间的差异进行编码并发给解码器。这种方法允许预测穿过几个块的水平和垂直边缘。

10 在 MPEG-2 压缩中，在块大小为 8×8 像素的块中进行 DCT。采用全空间分辨率来变换亮度等级，同时对两种色度信号进行二次抽样。例如，将 16×16 像素的场二次抽样成 8×8 像素的场。块大小上的差异主要是由于眼睛无法同等程度地分辨色度和亮度的变化，其中 2×2 像素的场用相同的色度值进行编码。

15 MPEG-2 标准定义了三种帧类型：I-帧(内部)、P-帧(预测的)以及 B-帧(双向的)。I-帧单独地根据包含在图像本身内的信息而产生，其中在接收端可以采用 I-帧来形成整个图像。P-帧一般根据最接近的前面的 I-帧或 P-帧来形成，其中在接收级，前面的 I-帧或 P-帧相应地与所接收的 P-帧一起使用。在 P-帧的组成中，例如可采用运动补偿来压缩信息量。B-帧根据前面的 I-帧和随后的 P-帧或 I-帧来形成。

20 因此，在接收级，直到已经接收到前面的和随后的帧，才可能组成 B-帧。此外，在发射级，P-帧和 B-帧的顺序被改变，其中将首先接收到跟随 B-帧的 P-帧。这往往加速在接收器中图像的重建。

现有技术中使用的帧内编码方案是不太有效的，其中内编码帧的传输带宽过大。这限制了在低比特率的数字图像编码应用中使用独立编码的关键帧。

25

本发明解决如何通过引入包含像素值预测的空间预测方案来进一步减少图像数据中的冗余信息、产生图像数据的更有效编码的问题。

题，这种方案提供了从几个方向进行预测的可能性。这实现对不同取向的边缘的有效预测，结果显著地节约了比特率。根据本发明的方法还采用了适当预测方法的上下文相关的选择，进一步地节约了比特率。

5 本发明引入用于进行图像内像素值的空间预测的方法。此文献的技术描述介绍了一种用于空间预测的方法和系统，可用于基于块的静止图像编码和基于块的视频编码器中的帧内编码。本发明的关键之处是多种预测方法的使用和上下文相关的选择以及所选预测方法的信号传送。与现有技术的解决方案相比，多种预测方法的使用和上下文相关的选择以及预测方法的信号传送能显著地节约要获得的比特率。

本发明的一个目的是改进数字图像的编码和解码，使得可实现更高的编码效率，并且可以进一步减小编码数字图像的比特率。

15 根据本发明，此目的通过用于进行图像数据的空间预测编码的编码器来实现。

 根据本发明的第一方面，提供一种用于对数字图像进行编码的方法，在此方法中数字图像被分成块，其特征在于，在此方法中，对块进行空间预测，以便减少要传输的信息量，其中定义了至少一种预测方法，根据待预测的所述块的至少一个相邻块的内容来确定所述相邻块的分类，并根据至少一个所述分类来为当前块选择预测方法。

20 根据本发明的第二方面，提供一种用于对分成块的数字图像进行编码的装置，其特征在于，所述装置包括用于对块进行空间预测以便减小要传输的信息量的装置，其中定义了至少一种预测方法，所述装置还包括用于根据待预测的所述块的至少一个相邻块的内容来确定所述相邻块的分类的装置，以及根据至少一个所述分类来为当前块选择预测方法的装置。

 根据本发明的第三方面，提供一种编码器，它包括用于对数字

图像进行编码的装置和用于将数字图像分成块的装置，其特征在于，所述编码器包括用于对块进行空间预测、以便减少要传输的信息量的装置，其中定义了至少一种预测方法，所述编码器还包括用于根据待预测的所述块的至少一个相邻块的内容来确定所述相邻块的分
5 类的装置，以及根据至少一个所述分类来为当前块选择预测方法的装置。

根据本发明的第四方面，提供一种解码器，它包括用于对分成块的数字图像进行解码的装置，其特征在于，所述解码器包括用于对块进行空间预测、以便减少要传输的信息量的装置，其中定义了
10 至少一种预测方法，所述解码器还包括用于根据待预测的所述块的至少一个相邻块的内容来确定所述相邻块的分类的装置，以及根据至少一个所述分类来为当前块选择预测方法的装置。

根据本发明的第五方面，提供一种编解码器，它包括用于对数字图像进行编码的装置、用于将数字图像分成块的装置和用于对数字图像进行解码的装置，其特征在于，所述编解码器包括用于对块
15 进行空间预测以便减少要传输的信息量的装置，其中定义了至少一种预测方法，所述编解码器还包括用于根据待预测的所述块的至少一个相邻块的内容来确定所述相邻块的分类的装置，以及根据至少一个所述分类为当前块选择预测方法的装置。

根据本发明的第六方面，提供一种移动终端，它包括用于对数字图像进行编码的装置、用于将数字图像分成块的装置和用于对数字图像进行解码的装置，其特征在于，所述移动终端包括用于对块
20 进行空间预测、以便减少要传输的信息量的装置，其中定义了至少一种预测方法，所述移动终端还包括用于根据待预测的所述块的至少一个相邻块的内容来确定所述相邻块的分类的装置，以及根据至
25 少一个所述分类来为当前块选择预测方法的装置。

根据本发明的第七方面，提供一种用于存储软件程序的存储媒体，软件程序包括用于对数字图像进行编码和用于将数字图像分成

块的机器可执行步骤，其特征在于，所述软件程序还包括：用于对块进行空间预测、以便减少要传输的信息量的机器可执行步骤，其中定义了至少一种预测方法；用于根据待预测的所述块的至少一个相邻块的内容来确定所述相邻块的分类的步骤；以及根据至少一个所述分类来为当前块选择预测方法的步骤。

本发明基于这样的思想：对于待编码的块进行像素值的空间预测，检查相邻的已解码的块，从而确定在相邻块的内容中是否存在一定方向性。然后利用此方向性信息对块进行分类。根据相邻块的类别的组合，采用适当的预测方法来预测当前块的内容(像素值)。把该预测方法发信号给解码器。如果在失真对比特率的意义上这样做有效的话，那么也发送预测误差信息。

与现有技术的方法相比，本发明可实现相当大的优点。采用根据本发明的方法，可以在传输数字格式的图像时减少所需的信息量。

通常，根据本发明的方法可以应用于基于块的静止图像编码以及基于块的数字图像编码器中的帧内编码。

在下文中，参考附图来更详细地描述本发明，图中：

图 1 表示数字图像传输系统的结构，

图 2 以框图的形式说明本发明的空间预测方法，

图 3a-3c 表示根据本发明的有利实施例的用于预测的块的图示，

图 4 表示根据本发明的有利实施例的方向性类别到上下文类别的映射，

图 5a-5p 表示根据本发明有利实施例的用于预测的像素的图示，

图 6 表示在位移信息的传输中使用的有利的比特流语法，以及

图 7 是实现本发明方法的便携式通信设备的示意性表示。

本发明所描述的帧内预测方法以基于块的方式操作，并可应用于包括例如从左到右、从上到下地逐行扫描的 $N \times M$ 块的图像帧。显然，与本发明结合也可以采用其它的扫描方向。在相同帧中采用先前已重建的块来为各帧内编码块进行空间预测。可以采用任何适

当的方法、例如采用 DCT 对残差进行压缩，如现有标准中一样。还应理解，根据本发明的方法可以同样好地应用于单色和彩色图像。

5 根据本发明的系统由两个主要部分组成，如图 2 所示。首先，通过对相邻的重建块进行分类来执行预测方法的适当子集的上下文相关的选择 17。其次，采用所选子集中的一种预测方法来构造 18 预测块，并将预测方法发信号给解码器。

预测方法子集的上下文相关的选择包括可能的相邻块的方向性分类、方向性类别到上下文类别的映射以及适当预测方法子集的上下文相关的选择。

10 在下文中，参考图 1 所示的数字图像传输设置来描述传输系统中的数字图像帧的发送和接收。在提供输入数据 2、例如数字摄像机的输出时，当前帧到达传输系统 1。当前帧可以整体地提供(即，包括 $N \times M$ 个图像块的完整帧)，在这种情况下帧被存储，或者，传输系统 1 可以逐块地接收输入数据。此帧的各块被逐个送到加法器 4
15 中，在这里，例如通过从预测块中减去此帧的一个块来计算块的预测误差。预测误差在编码器 5 中被编码，并在解码器 6 中被解码。在加法器 7 中已解码的预测误差与预测块相加，其结果存储在帧存储器 8 中。根据本发明的方法执行空间预测的预测估算器 3 从帧存储器 8 中接收用于预测的块。

20 为了形成新的预测块，预测估算器 3 检查在当前块的可能相邻块中是否存在着一定的方向性。此方案在图 3a 中说明。标号 C 表示当前块，标号 L 表示当前块的第一相邻块，标号 U 表示当前块的第二相邻块。在本发明的这个有利实施例中，第一相邻块位于当前块 C 的左边，第二相邻块位于当前块 C 的上方。如果扫描顺序与从左到
25 右、从上到下的顺序不同，那么第一相邻块 L 和第二相邻块 U 不必分别在当前块 C 的左边和上方。相邻块 L、U 是已经重建的与当前块 U 相邻的块。在本发明的一些实施例中，可以将两个以上的块进行分类并用于为当前块 C 选择预测方法。但是，在本发明的优选实

施例的下列描述中，可以在检查中为各个块 C 对最多为两个的相邻块 L、U 进行分类。此外，只有存在相邻块 L 或 U，才进行分类。如果当前块不具有任何相邻块，那么在预测方法的上下文相关的选择过程中将其视为“非内部”，这将在下文中详细说明。

- 5 预测也可以用这样的方式来实现，即只使用已经重建的内编码块来进行预测。在这种情况下，内编码块以外的所有块被视为“非内部”。

10 第一相邻块 L 和第二相邻块 U 根据块内的图像细节的方向性来分类。如图 2 所示，方向性分类器 19 采用像素值梯度来分析相邻块的方向性。结果，各相邻块被映射 20 到输出类别中。在本发明的有利实施例中存在 11 个这种输出类别，但是显然输出类别的数目可以变化。有利的是，输出类别包括 8 个对应于边缘取向 $k \cdot 22.5^\circ$ ， $k=0,1,\dots,7$ 的方向性类别 D0-D7 和 3 个对应于平的、光滑纹理和粗糙纹理块的无方向性类别 D8-D10。在本发明的另一实施例中，方向性类别的数目及其定义方式可以改变。

15 在图 1 的系统中，预测估算器 3 首先检查是否存在第一相邻块 L 和/或第二相邻块 U。如果这些块中任一个都不存在，那么相邻块被定义为 C0 块(“非内部”)，即当前块 C 位于帧的边缘或角上，或者位于由内部块组成的区域的边缘或角上。然后，预测估算器 3 为当前块 C 选择一个适当的预测方法，这将在下文中详细说明。另外，
20 预测估算器 3 计算与一个或多个块 L、U 相关的梯度信息。

 存在多种适用于计算梯度信息的方法。下面描述一种有利的方法。首先，块 L、U 的平均绝对方向的梯度 g_k ， $k=0,1,\dots,7$ 被定义为：

$$\begin{aligned}
g_0 &= \frac{1}{N(N-1)} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-1} \sum_{x=0}^{N-2} |I(x, y) - I(x+1, y)| \right) \\
g_1 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} \left| I(x, y) - \frac{1}{2} (I(x-1, y) + I(x-1, y+1)) \right| \right) \\
g_2 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} |I(x, y) - I(x-1, y+1)| \right) \\
g_3 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=1}^{N-1} \left| I(x, y) - \frac{1}{2} (I(x-1, y+1) + I(x, y+1)) \right| \right) \\
g_4 &= \frac{1}{N(N-1)} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-1} |I(x, y) - I(x, y+1)| \right) \\
g_5 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} \left| I(x, y) - \frac{1}{2} (I(x, y+1) + I(x+1, y+1)) \right| \right) \\
g_6 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} |I(x, y) - I(x+1, y+1)| \right) \\
g_7 &= \frac{1}{(N-1)^2} \max \left(1, \sum_{y=0}^{N-2} \sum_{x=0}^{N-2} \left| I(x, y) - \frac{1}{2} (I(x+1, y) + I(x+1, y+1)) \right| \right) \quad (1)
\end{aligned}$$

其中 N 为块的大小, $I(x,y)$ 代表像素强度值。附标 x,y 指块内像素的坐标, k 表示边缘取向。预测估算器 3 根据上述公式来计算梯度值 g_k 。

采用梯度值 g_k , 可以将坡降 r_k , $k=0,1,\dots,7$ 定义为在一定方向上的
5 的梯度值与正交方向上的梯度值之比:

$$\begin{aligned}
r_0 &= \frac{g_0}{g_4}, & r_1 &= \frac{g_1}{g_5}, & r_2 &= \frac{g_2}{g_6}, & r_3 &= \frac{g_3}{g_7} \\
r_4 &= \frac{1}{r_0}, & r_5 &= \frac{1}{r_1}, & r_6 &= \frac{1}{r_2}, & r_7 &= \frac{1}{r_3} \quad (2)
\end{aligned}$$

根据在(1)和(2)中定义的绝对梯度值 g_k 和坡降 r_k , 有利地根据下述分类步骤 1-12, 采用作为阈值的一些数值来进行块的分类。此分类处理将各相邻块分类到第一组块类型 D0-D10 之一。本发明不限于在所述算法中使用的值, 但是下述步骤的算法中采用的值是首选的。
10 此方法也可应用于任何块大小。

在本发明的这个有利实施例中，分类阶段包括 13 个步骤，但显然分类阶段也可包括不同数目的步骤。

步骤 1

在此步骤中检查块的平坦度。预测估算器 3 计算梯度值 g_0 和 g_4 。5 这些值对应于水平(0°)和垂直(90°)图像细节的梯度值。如果 $g_0 \leq 2.0$ 且 $g_4 \leq 2.0$ ，则块被分类为类别 D8，初始分类处理终止。否则，执行分类步骤 2。

步骤 2

在此步骤中对块的平坦度进行进一步检查。计算其余的梯度值 g_k ，并确定最大梯度值 $g_{\max} = \max\{g_k\}$ 。将最大梯度值 g_{\max} 与 2.5 相比。10 如果 $g_{\max} \leq 2.5$ ，则块被分类为类别 D8，初始分类处理终止。否则，此方法从步骤 3 继续进行。

步骤 3

在步骤 3 中进行明确的方向性检查。计算坡降 r_k ，并确定最小坡降 $r_{\min} = \min\{r_k\}$ 。当找到最小坡降时，定义相应的下标 k_{\min} 。如果 $r_{\min} \leq 0.15$ ，则块被分类为相应的类别 Dk_{\min} ，此方法从步骤 12 继续进行，15 否则，此方法从步骤 4 继续进行。

步骤 4

在步骤 4 中进行纹理的检查。将最小坡降 r_{\min} 与 0.6 相比。如果 $r_{\min} \geq 0.6$ ，则此方法从步骤 13 继续进行，否则，此方法从下一步骤20 继续进行。

步骤 5

在步骤 5 中检查两个最小的坡降，确定它们是否明显地不同。按升序 $r_{(0)} \leq r_{(1)} \leq r_{(2)} \leq \dots \leq r_{(7)}$ 对坡降 r_k 进行排序。而且坡降下标按照25 排序后的顺序 $k_{(0)}, k_{(1)}, k_{(2)}, \dots, k_{(7)}$ 来重新排序。如果 $r_{(1)} - r_{(0)} < (r_{(2)} - r_{(1)})/3$ ，则接着执行第 6 分类步骤，否则此方法从第 10 分类步骤继续进行。

步骤 6

在步骤 6 中检查最小坡降，确定它是否对应于方向性类别 D2 或

D6, 以及最小坡降是否足够小。预测估算器 3 首先检查坡降 $r_{(0)}$ 的下标是 2 还是 6, 其中将第一坡降 $r_{(0)}$ 与 0.6 相比较。如果 $r_{(0)} \in \{r_k | k=2,6\}$ 且 $r_{(0)} < 0.6$, 那么块被分类为与类别 $Dk_{(0)}$ 相对应。此方法从步骤 12 继续进行。否则, 此方法从步骤 7 继续进行。

5 步骤 7

在步骤 7 中, 预测估算器 3 首先检查第二坡降 $r_{(1)}$ 的下标是 2 还是 6, 其中将第一坡降 $r_{(0)}$ 与 0.6 相比较。如果 $r_{(1)} \in \{r_k | k=2,6\}$ 且 $r_{(0)} < 0.6$, 那么块被分类为与类别 $Dk_{(1)}$ 相对应。此方法从步骤 12 继续进行。否则, 此方法从步骤 8 继续进行。

10 步骤 8

在步骤 8 中检查最小坡降, 确定它是否对应于方向性类别 D1、D3、D5 或 D7, 以及最小坡降是否足够小。将第一坡降 $r_{(0)}$ 与 0.5 相比较。如果 $r_{(0)} \in \{r_k | k=1,3,5,7\}$ 且 $r_{(0)} < 0.5$, 那么块被分类为与类别 $Dk_{(0)}$ 相对应。此方法从步骤 12 继续进行。否则, 此方法从步骤 9 继续进行。

15 步骤 9

在步骤 9 中检查第二坡降, 确定它是否对应于方向性类别 D1、D3、D5 或 D7, 以及最小坡降是否足够小。若 $r_{(1)} \in \{r_k | k=1,3,5,7\}$, 则将第一坡降 $r_{(0)}$ 与 0.5 相比。如果 $r_{(0)} < 0.5$, 那么块被分类为与类别 $Dk_{(1)}$ 相对应。此方法从步骤 12 继续进行。否则, 此方法从步骤 10 继续进行。

20 步骤 10

至此尚未发现方向性, 因而可以采用与步骤 3 中所用的阈值相比(稍微)高一些的阈值来检查方向性。这意味着进行更不确定的检查。步骤 10 采用下述表 1 中定义的阈值 T_1 。将 T_1 值与第一坡降相比较。如果 $r_{(0)}$ 小于表 1 中定义的 T_1 , 则块被分类为对应于类别 $Dk_{(0)}$, 此方法从步骤 12 继续进行。否则方法从步骤 11 继续进行。

表 1

$r_{(0)}$ 的取向关系	T_1
$r_{(0)} \in \{r_k k=2,6\}$	0.5
$r_{(0)} \in \{r_k k=1,3,5,7\}$	0.4
$r_{(0)} \in \{r_k k=0,4\}$	0.3

步骤 11

至此尚未发现方向性，因此在步骤 11 中检查最小的三个坡降，确定它们是否相邻以及最小坡降是否在中间。在这种情况下，可以采用与步骤 3 中所用的阈值相比更高一些的阈值来检查方向性。这意味着进行更不确定的检查。步骤 11 采用以下表 2 中定义的阈值 T_2 。这样，如果与第二坡降 $r_{(1)}$ 和第三坡降 $r_{(2)}$ 相对应的方向性和与第一坡降 $r_{(0)}$ 相对应的方向性最邻近，而且 $r_{(0)}$ 小于表 2 中定义的 T_2 ，则块被分类为对应于类别 $Dk_{(0)}$ ，此方法从步骤 12 继续进行。否则方法从步骤 13 继续进行。

表 2

$r_{(0)}$ 的取向关系	T_2
$r_{(0)} \in \{r_k k=2,6\}$	0.6
$r_{(0)} \in \{r_k k=1,3,5,7\}$	0.5
$r_{(0)} \in \{r_k k=0,4\}$	0.4

步骤 12

步骤 12 进行检查：分类确实是根据带有一定取向而不是纹理的图像的边缘的。步骤 12 采用下述表 3 中定义的阈值 T_3 。表 3 中只示出两种可能的块大小($8 \times 8, 4 \times 4$)的值，但实际的实施例中，还可以有其它的块大小，其中定义了 T_3 的各个值。在步骤 12 中检查最小梯度值 $g_{\min} = \min\{g_k\}$ 。根据块的分类和大小，从表 3 中选择阈值 T_3 。如果 $g_{\min} \leq T_3$ ，则初始分类处理结束。否则，方法从步骤 13 继续进行。

表 3

块的分类	用于 4×4 块的 T_3	用于 8×8 块的 T_3
D2 和 D6	9.0	7.0
D1、D3、D5 和 D7	11.5	9.0
D0、D4	14.0	11.0

步骤 13

步骤 13 进行检查，确定纹理是光滑的还是粗糙的。将最大梯度值 g_{\max} 与 10.0 相比较。如果 $g_{\max} \leq 10.0$ ，则块被分类为 D9。否则，
5 块被分类为 D10。如果光滑纹理和粗糙纹理映射到相同的上下文类别中，那么步骤 13 不是必需的。

接着为当前块 C 进行适当预测方法的选择 21。在本发明的优选实施例中，选择阶段在映射阶段之前进行。映射的目的是减小实现的内存消耗。一些方向性类别可以映射在一起。由映射阶段所产生的类别被称为上下文类别，它们以标号 C1-C6 来表示。在本发明的
10 这个优选实施例中，对角的类别组合成两个另外的类别，一个对应于从左下方到右上方的对角性，另一个对应于从左上方到右下方的对角性。

缓和与陡峭的对角类别 D5、D6 和 D7 映射到第一对角上下文类别 C4。类似地，类别 D1、D2 和 D3 映射到第二对角上下文类别 C2。
15 另外，光滑纹理类别 D9 和粗糙纹理类别 D10 一起映射而产生纹理上下文类别 C6。此映射表示于图 4 中。

除了这六个上下文类别 C1-6 之外，还有一个用于“非内部”块的上下文类别 C0。通常，“非内部”块是不存在的块，即当块 C 处
20 于图像边界处。如果以这样的方式执行预测，使得只有内编码块用作参考，那么“非内部”块的定义延伸到那些不是内编码的块。

在本发明的优选实施例中，总共有 13 种用于 8×8 块的不同预测方法，在图 5a-5p 中示出。可以类似的方式得到用于其它块大小和上下文类别的预测方法。在各示例中，预测以因果方式来进行，采

用相邻的已重建的内编码块 L、U、UL、UR 作为参考。用于预测的区域取决于如图 3a 和 3b 所示的预测方法，其中块 C 为待编码的当前块。在预测方法 P1-P12 的情况中，块中可用于预测的区域是被四个相邻块 L、UL、U、R 所覆盖的区域，如图 3b 所示。对于预测方法 P13 来说，此区域较大，如图 3c 所示。应理解，在本发明的其它实施例中，预测方法的数量、用作预测参考的块以及用于进行预测的这些块内的像素均可变化。

在根据本发明的方法的有利实施例中，定义了用于各上下文类别组合的预测方法的子集，在各子集中对预测方法按优先顺序排列(分等级)。然后，从预测方法的子集中选择用于预测当前块 C 的内容的预测方法。一个子集内的预测方法互不相同，并且对应于在获得相邻块如 L 和 U 的特定分类时最可能为块 C 提供准确预测的那些预测方法。

有效的是，将第一相邻块 L 和第二相邻块 U 的上下文分类的结果相结合，即在为块 C 选择预测方法时这两者均被考虑。预测方法的子集是根据相邻块 L、U 的上下文信息从表 4 中选择的。表 4 中的各行为相邻块 L、U 的一对上下文类别定义了预测方法子集以及子集中预测方法的优先级(等级)。等级评定用于简化预测方法的上下文相关的信号传送，这将在下文中介绍。例如，如果第一相邻块 L 分类成上下文类别 C2，第二相邻块 U 分类成上下文类别 C4，那么此组合的子集包括预测方法 P1、P9、P5、P13、P7 和 P6(按等级评定顺序)。预测估算器 3 还从此子集中选择最适宜的预测方法，这将在下文中进行详细描述。

表 4

L 类别	U 类别	预测方法的等级					
		等级 1	等级 2	等级 3	等级 4	等级 5	等级 6
C0	C0	P1	P5	P11	P9	P8	P4
	C1	P1	P9	P5	P8	P2	P13
	C2	P1	P5	P2	P13	P11	P3
	C3	P5	P13	P1	P9	P12	P7
	C4	P1	P8	P5	P9	P6	P7
	C5	P1	P8	P5	P3	P2	P10
	C6	P1	P5	P9	P13	P8	P12
C1	C0	P9	P1	P2	P13	P8	P10
	C1	P9	P1	P13	P2	P5	P10
	C2	P9	P1	P2	P5	P3	P11
	C3	P9	P5	P1	P13	P4	P11
	C4	P9	P1	P13	P5	P3	P7
	C5	P9	P1	P13	P2	P8	P10
	C6	P9	P1	P13	P5	P11	P2
C2	C0	P1	P9	P10	P11	P12	P7
	C1	P9	P1	P10	P5	P11	P2
	C2	P1	P11	P10	P2	P3	P12
	C3	P5	P1	P11	P9	P4	P13
	C4	P1	P9	P5	P13	P7	P6
	C5	P1	P9	P10	P11	P2	P7
	C6	P1	P11	P9	P5	P12	P10
C3	C0	P5	P1	P12	P9	P13	P7
	C1	P1	P9	P5	P13	P3	P11
	C2	P5	P1	P9	P4	P13	P3
	C3	P5	P1	P13	P9	P12	P11
	C4	P1	P5	P9	P6	P13	P7
	C5	P1	P5	P9	P13	P3	P6
	C6	P5	P1	P11	P13	P9	P12
C4	C0	P1	P8	P7	P8	P6	P13
	C1	P9	P1	P5	P13	P8	P7
	C2	P1	P5	P9	P13	P7	P11
	C3	P5	P1	P13	P9	P7	P11
	C4	P1	P13	P7	P9	P5	P8
	C5	P1	P7	P9	P13	P8	P4
	C6	P1	P9	P13	P5	P7	P8
C5	C0	P1	P9	P10	P11	P6	P7
	C1	P1	P9	P5	P8	P10	P13
	C2	P1	P5	P11	P4	P13	P10
	C3	P5	P1	P13	P10	P6	P4
	C4	P1	P8	P5	P13	P10	P7
	C5	P1	P9	P3	P5	P8	P13
	C6	P1	P9	P5	P13	P10	P8
C6	C0	P1	P9	P2	P5	P6	P11
	C1	P9	P1	P5	P13	P2	P3
	C2	P1	P9	P5	P13	P2	P11
	C3	P5	P1	P9	P13	P12	P11
	C4	P1	P9	P5	P10	P7	P13
	C5	P1	P9	P13	P2	P5	P7
	C6	P1	P9	P5	P13	P11	P12

下面更详细地描述所定义的预测方法。

预测方法 P1

预测方法 P1 从块 L、UL、U 和 UR 的平均像素值中预测块 C 的平均像素值。重建的块 L、UL 和 U 的平均像素值 dL、dUL 和 dU 以
5 整数除法来计算，其定义为：

$$d = \left(\sum_{x=0, y=0}^{N-1, N-1} I(x, y) + \frac{1}{2} N^2 \right) // N^2 \quad (3)$$

其中 N 为块的大小，I(x,y)表示像素强度值，“//”表示舍位到整数值的除法。块 C 的平均像素值 dC 根据以下一组规则(下面以伪码的形式写出)来预测：

如果所有块 L、U 和 UL 存在，那么

10 如果 dL=dU=dUL 则 dC=dUL
 否则如果 dUL=dU 则 dC=dL
 否则如果 dUL=dL 则 dC=dU
 否则如果 dL=dU，那么
 如果色度预测，则 dC=dL
 否则如果 |dUL-dL|<4 则 dC=s(dL+dU-dUL)
 否则 dC=dL
 否则如果 dUL<dL<dU 则 dC=dU
 否则如果 dUL<dU<dL 则 dC=dL
 否则如果 dU<dL<dUL 则 dC=dU
 否则如果 dL<dU<dUL 则 dC=dL
 20 否则如果 dL<dUL<dU 或 dU<dUL<dL 则
 dC=s(dL+dU-dUL)
 否则如果块 L 和 U 存在，则 dC=(dL+dU+1)//2
 否则如果块 L 和 UL 存在，则 dC=dL
 25 否则如果块 U 和 UL 存在，则 dC=dU
 否则如果块 L 存在，则 dC=dL

否则如果块 U 存在, 则 $dC=dU$

否则如果块 UL 存在, 则 $dC=dUL$

否则 $dC=p$

5 其中 p 为可能的像素值范围中间的值、如 128, “//” 表示舍位除法, s 为裁剪函数, 它将值限制在像素值的可能范围内, 比如在采用亮度/色度值的 8 位表示的系统中, 在 0 和 255 之间。结果, C 的预测块中填充了具有由 dC 给定的恒定值的像素。预测方法 P1 在图 5a 中示出。

预测方法 P2-P4

10 预测方法 P2 到 P4 通过将图像细节从右上方向延伸到块 C 内来预测块 C 内的对角形状。通过将块 U 和 UR 边界处的参考像素值复制到块 C 中来进行预测, 分别如图 5b、5c、5d 所示。标记为灰色的参考像素与一个或多个预测像素相连。连接以带有点的线来标示, 从而指示了相连的预测像素。参考像素值被复制到所有相连的预测像素中。

15 由于可能无法使用一个或多个参考块, 即它们的上下文类别可能为 C0, 因此预测按下述规则来进行。

规则 1

20 如果块 U 和 UR 都被分类到类别 C1-C6 之一中, 那么分别如图 5b、5c 和 5d 所示进行像素预测。对于预测方法 P2(图 5b), 可为不带有块 UR 内的任何对应参考像素的像素有利地分配块 UR 内最右边的参考像素的值。

规则 2

25 如果块 U 被分类到类别 C1-C6 之一中, 而块 UR 被分类为 C0, 那么如图 5b、5c 和 5d 所示, 对具有块 U 内的参考像素的像素进行像素预测。其余的像素有利地设为参考块 U 的右下角内的像素值。

规则 3

如果块 U 被分类为 C0, 那么当前块 C 内有利地填充具有恒定值的像素, 该值基本上在像素值的可能动态范围的中间, 例如 128(在

采用 8 位亮度/色度值表示的系统中)。

预测方法 P5 和 P9

5 预测方法 P5(图 5e)和 P9(图 5i)通过从上方或左边将图像细节延伸到当前块 C 内来预测当前块 C 内的垂直和水平形状。根据所选择的方法(P5 或 P9)，将块 U 或 L 的边界处的参考像素值复制到当前块 C，如图 5e 和 5i 所示。

如果参考块的上下文类别为 C0，那么当前块 C 最好填充具有恒定值的像素，该值基本上位于像素值的可能动态范围的中间、如 128(在采用 8 位亮度/色度值表示的系统中)。

10 预测方法 P6、P7 和 P8

预测方法 P6、P7 和 P8 通过从左上方将图像细节延伸到当前块 C 内来预测当前块 C 中的对角形状，分别如图 5f、5g 和 5h 所示。按照以下规则，通过将块 L、UL 和 U 的边界处的参考像素值复制到当前块 C 内来进行预测。

15 规则 1

如果所有块 L、UL 和 U 被分类成类别 C1-C6 之一，那么如图 5f、5g 和 5h 所示进行当前块 C 的像素预测。

规则 2

20 如果块 UL 和 U 被分类成类别 C1-C6 中的一个，而块 L 被分类成 C0，那么如图 5f、5g 和 5h 所示对当前块 C 内具有块 UL 和 L 内的参考像素的那些像素进行当前块 C 的像素预测。当前块 C 内的剩余像素最好被分配块 UL 内参考像素区域的左下角内的像素值。

规则 3

25 如果块 L 和 UL 被分类成类别 C1-C6 之一，而块 U 被分类成 C0，那么如图 5f、5g 和 5h 所示，对当前块 C 内具有块 L 和 UL 内的参考像素的那些像素进行当前块 C 的像素预测。当前块 C 内的剩余像素最好被分配块 UL 内参考像素区域的右上角中的像素值。

规则 4

如果块 L 和 U 被分类成类别 C1-C6 之一，而块 UL 被分类成 C0，那么如图 5f、5g 和 5h 所示，对当前块 C 内具有块 L 和 U 内的参考像素的那些像素进行当前块 C 的像素预测。带有块 UL 内的参考像素的像素如图 5n、5o 和 5p 所示地进行预测。在方法 P7 的情况中，
5 预测像素值是四舍五入到最接近的整数值的两个参考像素值的平均值，如图 5o 所示。

规则 5

如果块 L 被分类成类别 C1-C6 中的一个，而块 UL 和 U 被分类成 C0，那么如图 5f、5g 和 5h 所示，对当前块 C 内具有块 L 内的参考像素的那些像素进行当前块 C 的像素预测。当前块 C 内的剩余像素最好被分配块 L 中参考像素区域的右上角中的像素值。
10

规则 6

如果块 UL 被分类成类别 C1-C6 中的一个，而块 L 和 U 被分类成 C0，那么如图 5f、5g 和 5h 所示，对当前块 C 内具有块 UL 内的参考像素的那些像素进行当前块 C 的像素预测。具有块 L 中的参考像素的当前块 C 的像素最好被分配块 UL 中的下/左参考像素的值。具有块 U 中的参考像素的当前块 C 的像素被分配块 UL 内的上/右参考像素的值。
15

规则 7

如果块 U 被分类成类别 C1-C6 中的一个，而块 L 和 UL 被分类成 C0，那么如图 5f、5g 和 5h 所示，对当前块 C 内具有块 U 中的参考像素的那些像素进行当前块 C 的像素预测。当前块 C 的剩余像素最好被分配块 U 中参考像素区域的左下角内的像素值。
20

规则 8

如果所有块 L、UL 和 L 分类成 C0，那么当前块 C 最好填充具有恒定值的像素，该值基本上在像素值的可能动态范围的中间、如 128(在采用 8 位亮度/色度值表示的系统中)。
25

预测方法 P10、P11 和 P12

预测方法 P10 到 P12 通过将图像细节从左边延伸到当前块 C 内来预测当前块 C 内的对角形状, 分别如图 5j、5k 和 5l 所示。根据下述规则通过将块 L 边界处的参考像素值复制到当前块 C 中来进行预测。

5 规则 1

如果块 L 被分类成类别 C1-C6 中的一个, 那么如图 5j、5k 和 5l 所示, 进行当前块 C 的像素预测。不带有块 L 内的参考像素的当前块 C 的像素最好填充参考像素区域的右下角内的像素值。

 规则 2

10 如果块 L 分类成 C0, 那么当前块 C 最好填充具有恒定值的像素, 该值基本上在像素值的可能范围的中间、如 128(在采用 8 位亮度/色度值表示的系统中)。

 预测方法 P13

15 预测方法 P13 通过检查是否存在具有基本上与当前块 C 的像素值相对应的值的像素范围, 从相邻图像内容中预测当前块 C 的内容。当前块 C 的预测是通过复制来自搜索范围 SR 内的参考块 B 的已重建的像素值来进行, 如图 5m 所示。搜索范围 SR 由水平(x)和垂直(y)位移表来定义。各对水平位移和相应的垂直位移值(x,y)定义了当前块 C 的左上角和参考块 B 的左上角的坐标之间的位移矢量。预测只对与完全在帧的重建部分内的参考块 B 对应的那些位移是允许的。在表 9a 和 9b 中表示了 8×8 块的采用了 512 种位移的位移对的示例。在此示例中, 表的扫描顺序是逐行从左上方到右下方。在本发明的另一实施例中, 此搜索范围可与图 5m 所示不同, 和/或参考块 B 和当前块之间的位移也可不同地定义。

25 所允许的位移表对编码器和解码器均为已知的, 允许所选参考块位置的上下文相关的信号发送。

存在多种可选方法来从预测方法的子集中选择预测方法。例如, 可以定义成本函数以便评估所用子集的不同预测方法的有效性。成

本函数可根据有关在采用特定预测方法预测当前块 C 时产生的误差的信息来计算。此误差表示实际像素值和重建像素值之间的差异。一般，对当前块 C 中各像素的误差值平方后并相加在一起，产生整个块的平方误差测量值。成本函数还可包括与比特数有关的信息、
5 即与将信息传输给接收器所需的比特率的信息。成本函数的元素、尤其是比特率还可以进行加权以强调它们。成本函数的一个示例为：

$$C_x = D + \lambda R, \quad (4)$$

其中成本 C_x 定义为与各预测方法有关的失真 D 和速率 R 的加权和， λ 为加权因子。如果传输系统的带宽有限，那么加权值一般比较大
10 带宽时的大。可对不同预测方法计算公式(4)的值，最好选择产生成本函数的最小值的预测方法。

另外，也可以在传输给接收器之前对预测误差信息进行编码。有利的是，存在一种为各预测方法定义的编码方法的子集。具体地说，可选择编码方法以使对预测误差进行编码所需的比特数最小。
15 例如，可以检查编码方法的有效性(比特率)。

如果预测误差相对较小，可完全不必传输预测误差信息。

再次参考图 1 和 2，一旦为预测当前块 C 选择了合适的预测方法，预测估算器 3 就根据所选的预测方法进行空间预测 22。预测估算器 3 将重建的块引向加法器 4，在那里从当前块 C 的实际内容中减去重建的块，从而产生当前块的预测误差信息。
20

编码器 1 将有关所选预测方法的信息发送 23 给多路复用器 9，如果是采用方法 P13，则还伴随着位移信息。有利的是，所选的预测方法由其在适合于所述相邻块(U,L)的特定组合的预测方法的子集中的等级来表示。信息的编码最好采用变长编码来进行。

25 此信息还传输给接收器 10，在此处多路分用器 11 将所接收的信息多路分用。在接收器 10 把预测信息发往预测器 16。接收器 10 还包括帧存储器 14，已重建的块保存于此。当一个新的编码块到达接收器时，预测器 16 为接收的当前块 C 的相邻块 U,L 进行分类步骤，

以便将它们分成方向性类别，如上所述。然后预测器 16 将分类信息映射为上下文类别 C1-C6。此后预测器 16 还检查预测方法的等级。接收器 10 包含表 4 和 5 的信息，其中预测器 16 可以根据上下文类别组合及等级确定正确的预测方法。

- 5 当已经确定预测方法时，预测器 16 可以重建当前块 C 并将其保存在帧存储器 14 中。在还接收到预测误差信息的情况下，此信息首先在解码器 12 中解码，如有必要，还与重建块 C 的像素值相结合。这时当前块 C 就准备发往接收器的输出端 15。

- 10 如果当前块 C 的预测方法为 P13，当前块 C 的重建以稍微不同的方式进行。在这种情况下，接收器 10 还必须对位移信息进行解码，其中位移信息用于从帧存储器 14 中的已重建像素值中复制当前块 C 的像素值。

- 15 预测方法的信号传送最好是基于表 5 中定义的上下文相关的代码。在选择了合适的预测方法后，编码器 1 发送与上下文相关的子集中所选预测方法的等级对应的变长码字。在表 5 中列出了代表各预测方法等级的变长码字的有利示例。例如，如果第一相邻块 L 被分类成上下文类别 C3，第二相邻块 U 被分类成上下文类别 C1，而且从预测方法的子集中为此组合选择预测方法 P9，那么相应的等级为 2。然后，对应于此等级的码字为“01”。

20

表 5

等级	代码	长度
1	1	1
2	01	2
3	0000	4
4	0001	4
5	0010	4
6	0011	4

接收器 10 知道表 4 的内容，即它知道哪一预测方法对应于各种可能的上下文(相邻块 L 和 U 的类别的组合)中的各个等级。由于接

收器 10 可得到与预测估算器 3 相同的上下文信息，因此接收器 10 可将接收的码字所代表的等级与正确的预测方法相联系，并根据此方法进行块 C 的空间预测。

在本发明的一个有利实施例中，与预测方法 P13 有关的水平和垂直位移的信号发送如下地执行：

步骤 1

从表 9a、9b 中给出的顺序表中去除与部分地或全部地位于帧外的参考块 B 相对应的水平和垂直位移对 $(X(i), Y(i))$ 。有效对的数目由 N_v 表示，在去除后仍保留的有效对的顺序表由 L_v 表示。

步骤 2

计算与在步骤 1 中生成的表 L_v 中的所选块 B 相对应的等级 r (它是 $1, 2, \dots, N_v$ 其中之一)。

步骤 3

根据在步骤 1 中确定的等级 r 的值，按照表 6 来计算下标 $_1$ 的值。

步骤 4

采用表 6 中列出的值来计算下标 $_2 = r - \text{低偏移}(\text{下标 } _1)$ 的值。

表 6

等级 r 的范围	下标 $_1$	低偏移 (下标 $_1$)	高偏移 (下标 $_1$)	辅助长度 (下标 $_1$)
1, ..., 2	1	1	2	1
3, ..., 4	2	3	4	1
5, ..., 6	3	5	6	1
7, ..., 8	4	7	8	1
9, ..., 12	5	9	12	2
13, ..., 16	6	13	16	2
17, ..., 24	7	17	24	3
25, ..., 32	8	25	32	3
33, ..., 48	9	33	48	4
49, ..., 64	10	49	64	4
65, ..., 96	11	65	96	5
97, ..., 128	12	97	128	5
129, ..., 192	13	129	192	6
193, ..., 256	14	193	256	6
257, ..., 384	15	257	384	7
385, ..., 512	16	385	512	7

步骤 5

接着, 如下计算可变比特。如果 $N_v < \text{高偏移(下标}_1)$, 那么最好采用公式: $\text{比特} = \lceil \log_2(1 + N_v - \text{低偏移(下标}_1)) \rceil$ 来计算可变比特的值, 其中 $\lceil x \rceil$ 表示大于或等于 x 的最接近的整数。否则, 比特 = 辅助长度(下标 1)。

5

步骤 6

根据 N_v 的值, 采用表 7 和表 8 中给出的相应的变长编码对下标为下标₁的变量进行编码。此码字被发送给解码器, 后者在图 6 中以块 CW1 表示。

10

步骤 7

如果可变比特不为零, 则采用与可变比特的值对应的比特数来对下标 2 的二进制表示进行编码, 此码字被发送给接收器, 在图 6 中以块 CW2 示出。

在范围 1,..., 16 内的 N_v			在范围 17,..., 32 内的 N_v			在范围 33,..., 64 内的 N_v		
VLC _A			VLC _B			VLC _C		
符号	长度	代码	符号	长度	代码	符号	长度	代码
A ₁	2	11	B ₁	1	1	C ₁	2	11
A ₂	3	001	B ₂	2	01	C ₂	3	101
A ₃	2	10	B ₃	4	0011	C ₃	4	0011
A ₄	4	0001	B ₄	4	0010	C ₄	5	00001
A ₅	2	01	B ₅	5	00011	C ₅	3	100
A ₆	4	0000	B ₆	5	00010	C ₆	4	0010
			B ₇	5	00001	C ₇	4	0001
			B ₈	5	00000	C ₈	5	00000
						C ₉	3	011
						C ₁₀	3	010

15

表 7

表 8

在范围 65,...,128 内的 Nv			在范围 129,...,256 内的 Nv			在范围 257,...,512 内的 Nv		
VLC _D			VLC _E			VLC _F		
符号	长度	代码	符号	长度	代码	符号	长度	代码
D ₁	2	11	E ₁	2	11	F ₁	3	111
D ₂	3	101	E ₂	3	101	F ₂	4	1011
D ₃	5	00001	E ₃	4	0111	F ₃	4	1010
D ₄	5	00000	E ₄	5	00011	F ₄	6	000001
D ₅	4	0111	E ₅	4	0110	F ₅	4	1001
D ₆	4	0110	E ₆	5	00010	F ₆	5	00001
D ₇	3	100	E ₇	4	0101	F ₇	4	1000
D ₈	4	101	E ₈	4	0100	F ₈	4	0111
D ₉	4	0100	E ₉	3	100	F ₉	4	0110
D ₁₀	4	0011	E ₁₀	4	0011	F ₁₀	4	0101
D ₁₁	4	0010	E ₁₁	4	0010	F ₁₁	4	0100
D ₁₂	4	0001	E ₁₂	5	00001	F ₁₂	4	0011
			E ₁₃	6	000001	F ₁₃	3	110
			E ₁₄	6	000000	F ₁₄	4	0010
						F ₁₅	4	0001
						F ₁₆	6	000000

X[512] =

-8	-8	-8	-1	-10	-8	0	1	-16	-9	-8	-8	-18	-8	-12	-11
-14	-11	-19	-15	-10	-10	-9	-16	-9	-9	-14	-13	-13	-2	-12	-11
-8	3	-15	0	-19	-15	-3	0	-10	11	2	-13	-11	0	-12	-19
1	-18	-17	-11	-10	-14	-1	18	-7	-5	-12	-10	-8	-13	-9	-9
0	-14	21	5	-3	10	-10	-15	-14	-13	19	-11	-10	-11	14	0
-19	-13	-16	4	-12	-4	-16	3	12	-13	-19	7	-19	-13	-4	-15
-10	1	-12	-17	0	0	-16	-16	-15	-11	1	-16	-18	-12	-8	-18
-15	-6	0	-13	-18	-2	16	17	-12	-9	2	8	-12	16	18	-9
-19	-19	4	-11	-18	-18	0	15	15	19	-6	-14	16	14	-16	8
-16	-17	13	0	-1	-12	16	-17	-8	-16	-16	-1	-15	-1	-18	-17
5	6	4	8	5	-11	-16	-2	-7	2	-14	4	-17	-13	-2	13
-5	-18	-19	-17	-9	-6	-16	13	-15	0	13	-19	6	-5	-14	-5
1	-19	-1	-17	-12	-13	-6	12	-8	-13	-14	3	17	-14	-14	-11
12	-1	5	-11	-2	-4	3	-1	-2	5	-9	1	-12	14	9	1
-9	20	-19	18	-17	-1	-12	-3	4	-17	13	-12	-17	-5	-4	-17
-4	-8	9	1	-15	8	7	-1	13	8	-3	-6	-3	-12	-16	-13
-5	16	-13	15	-19	-15	2	12	11	-15	14	-15	-5	7	11	-15
-4	20	-7	4	17	15	-14	3	-10	-14	-15	-15	14	1	-11	12
10	14	5	13	-9	-3	-12	17	-17	-11	9	-3	-1	3	11	-18
-18	-8	-3	7	-4	-13	-14	-17	8	8	-10	-6	16	-7	19	-8
1	-10	19	6	10	4	13	20	3	8	-18	4	15	1	-8	-11
-2	-6	3	6	-14	9	-16	-2	-14	-8	6	-7	-17	7	6	16
-13	5	5	4	-10	-3	-13	10	17	2	6	11	-13	-9	-16	-14
-7	-2	6	-18	9	-8	-11	-7	-7	8	5	9	-3	6	-12	-7
-4	12	12	-8	-6	-9	-11	12	-5	12	-11	4	-14	8	10	5
19	-4	-12	-2	-3	-4	7	12	14	15	-6	7	7	4	11	11
-18	-6	-7	18	10	-10	-10	2	-1	-10	-8	2	-9	13	11	11
17	15	13	2	10	-7	-10	14	-2	4	5	12	-3	-4	17	-5
7	10	13	3	6	-6	-6	-11	9	9	2	-9	-12	3	-9	-10
6	3	14	11	9	8	-5	-7	10	7	-12	14	1	5	-13	2
-11	18	11	12	-4	-5	-9	-10	-9	16	7	15	9	9	10	2
18	10	8	10	15	-15	3	-5	-9	7	-2	2	9	6	11	-10

表 9a

Y[512] =

-1	-2	-3	-8	-2	0	-8	-8	0	-2	-4	-6	0	-5	0	-2
0	0	-1	0	-1	0	-4	-1	-1	0	-3	-2	0	-8	-2	-1
-7	-8	-2	-14	0	-4	-8	-18	-7	-8	-8	-3	-5	-16	-1	-4
-19	-13	0	-8	-6	-2	-19	-8	-8	-8	-9	-4	-8	-1	-5	-3
-15	-6	-8	-8	-9	-8	-3	-5	-8	-6	-10	-3	-5	-4	-8	-12
-7	-10	-15	-8	-4	-8	-2	-9	-9	-5	-10	-8	-3	-11	-9	-6
-8	-11	-7	-3	-10	-13	-8	-3	-3	-6	-16	-12	-3	-3	-9	-4
-1	-8	-9	-7	-5	-10	-8	-8	-5	-7	-9	-8	-6	-9	-13	-6
-2	-5	-9	-9	-1	-10	-11	-16	-8	-9	-9	-4	-12	-10	-4	-9
-5	-4	-10	-17	-16	-19	-11	-6	-19	-9	-10	-9	-16	-12	-8	-8
-19	-8	-17	-19	-10	-7	-11	-14	-19	-10	-1	-19	-2	-8	-9	-11
-19	-7	-8	-1	-8	-19	-7	-16	-8	-19	-9	-11	-9	-10	-11	-12
-18	-6	-11	-11	-10	-14	-10	-19	-18	-18	-10	-16	-12	-5	-7	-12
-8	-18	-17	-15	-12	-19	-18	-10	-11	-9	-10	-13	-13	-11	-8	-12
-15	-9	-9	-10	-10	-17	-12	-16	-12	-14	-8	-8	-7	-9	-17	-12
-12	-16	-16	-9	-11	-17	-19	-14	-18	-16	-12	-14	-15	-18	-6	-4
-17	-10	-9	-9	-12	-14	-12	-10	-19	-12	-17	-7	-11	-12	-16	-9
-13	-8	-9	-16	-14	-10	-13	-11	-14	-12	-10	-13	-16	-10	-19	-13
-12	-12	-15	-17	-16	-10	-17	-10	-5	-16	-18	-18	-13	-19	-9	-6
-2	-17	-19	-11	-10	-15	-15	-13	-14	-18	-19	-17	-15	-13	-8	-14
-14	-11	-12	-14	-11	-13	-14	-10	-10	-10	-9	-14	-12	-17	-10	-18
-13	-12	-17	-18	-14	-10	-14	-19	-9	-12	-10	-11	-9	-9	-16	-14
-13	-16	-12	-10	-9	-14	-12	-15	-13	-16	-12	-18	-17	-13	-13	-16
-12	-15	-17	-11	-17	-15	-13	-15	-17	-15	-11	-15	-17	-11	-14	-14
-14	-14	-15	-13	-16	-18	-17	-16	-15	-17	-14	-15	-17	-13	-19	-13
-11	-16	-16	-16	-11	-15	-15	-12	-9	-13	-18	-16	-13	-18	-17	-10
-12	-11	-10	-12	-9	-15	-13	-14	-15	-17	-11	-18	-9	-13	-14	-15
-11	-11	-15	-11	-17	-16	-12	-15	-18	-11	-14	-18	-13	-18	-9	-13
-17	-14	-12	-14	-19	-13	-15	-10	-9	-12	-19	-17	-15	-12	-14	-16
-15	-15	-14	-11	-11	-11	-14	-18	-10	-10	-11	-13	-15	-18	-16	-15
-11	-11	-12	-11	-11	-16	-11	-10	-12	-13	-14	-14	-14	-19	-16	-13
-9	-18	-12	-13	-15	-15	-13	-18	-19	-18	-17	-17	-13	-13	-13	-18

表 9b

由于解码器可以得到有效位移矢量的顺序表，因此它能够将所接收的码字所表示的等级与正确的位移矢量联系起来。

5 执行本发明的预测方法的块最好在适合处理数字信号的数字信号处理器或相应的通用装置中实现，这些装置可被编程，以便把预定的处理功能用在作为输入数据接收的信号上。根据本发明的测量可以在单独的信号处理器中进行，或者它们可以是还包括其它信号处理配置的信号处理器的操作的一部分。

10 可采用存储媒体来存储软件程序，程序包括用于执行本发明方法的机器可执行步骤。在本发明的有利实施例中，软件程序可以从存储媒体中读取到包括可编程装置、如用于执行本发明方法的处理器的设备中。

15 被设计成用作便携式视频电信装置并应用本发明的方法的移动终端 24 最好至少包括用于显示图像的显示装置 25、用于捕捉和再现音频信息的音频装置 26、用于输入比如用户指令的键盘 27、可与移动网络通信的无线电部分 28、用于控制装置操作的处理装置 29、用于存储信息的存储装置 30，最好还包括用于拍摄图像的摄像机 31。

本发明不限于以上给出的实施例，而是可以在所附权利要求书的范围内进行修改。

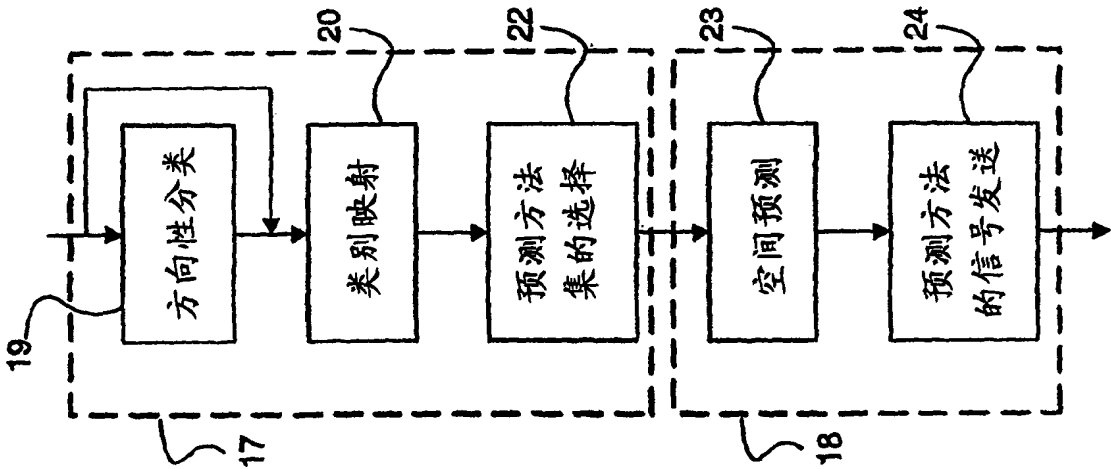


图 2

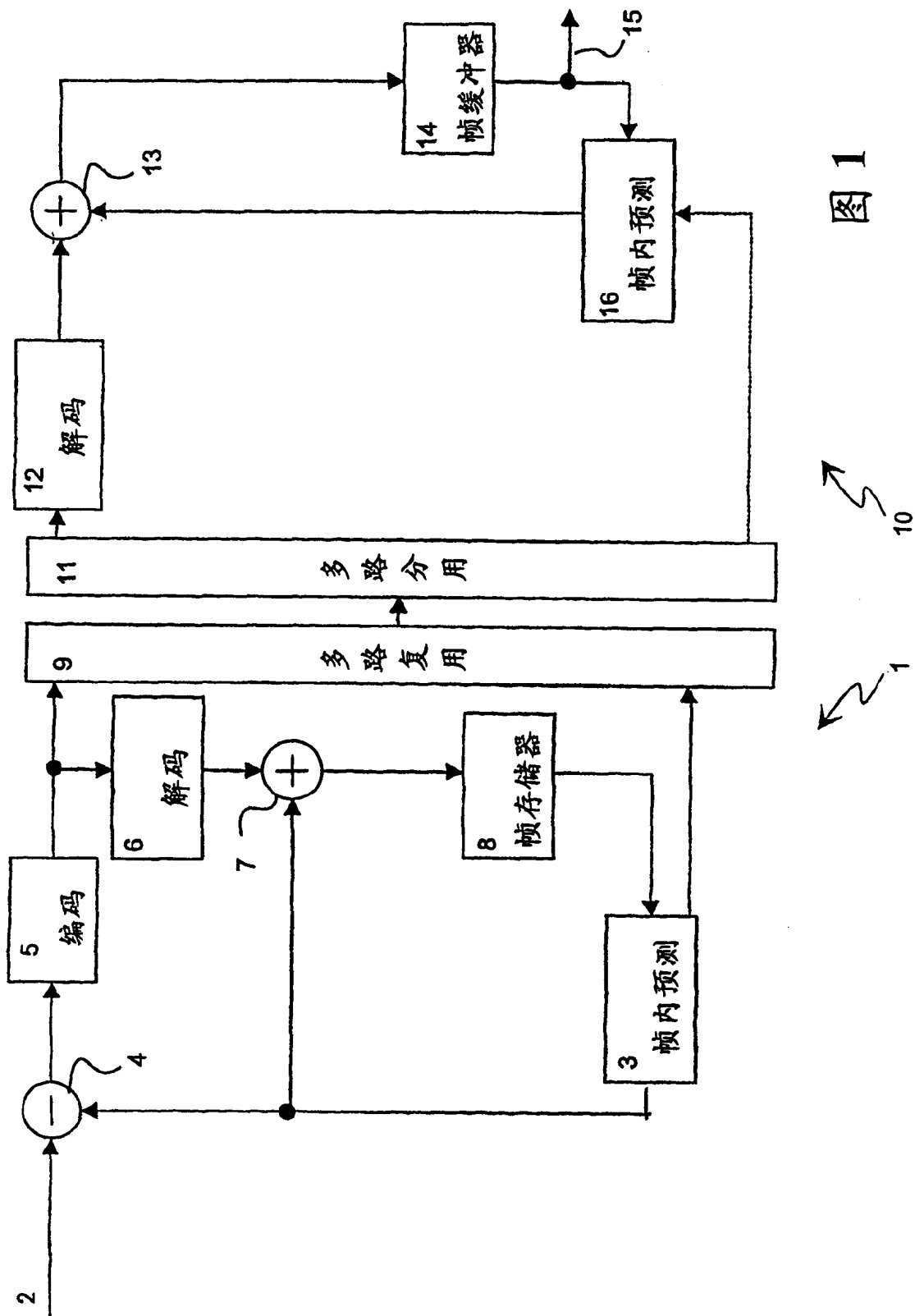


图 1

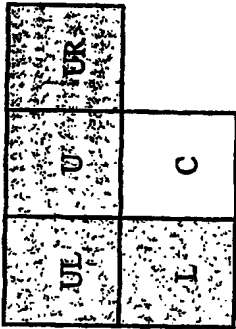
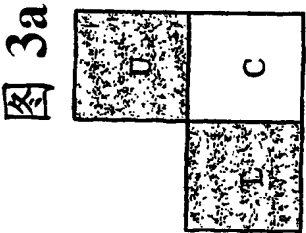


图 3b

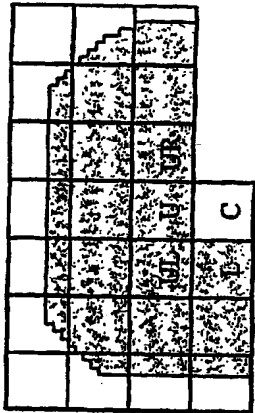


图 3c

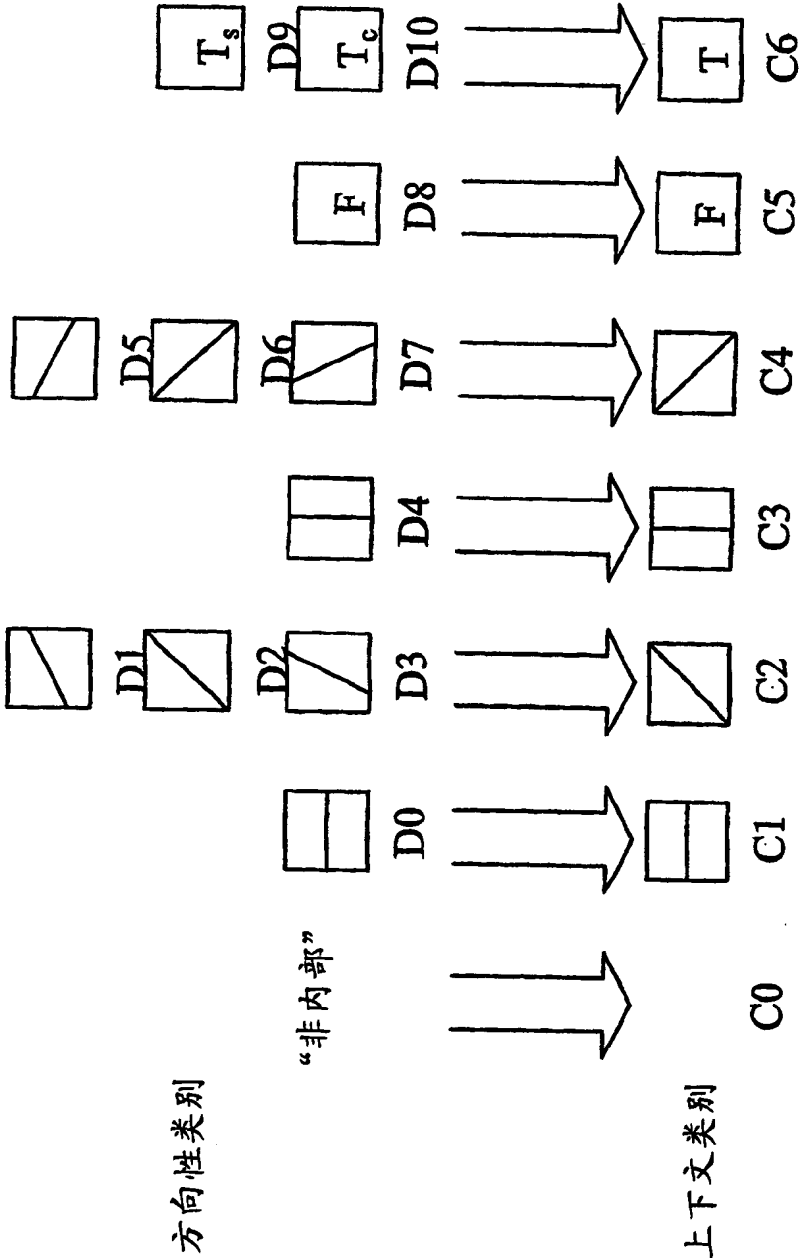


图 4

图 5a

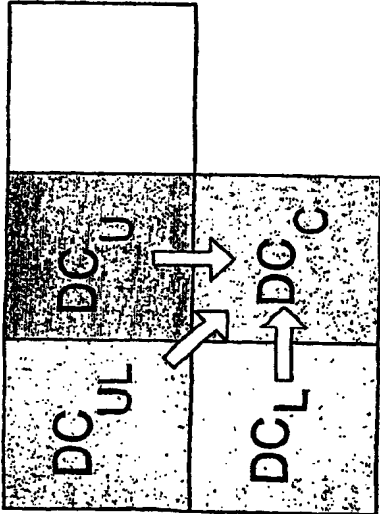


图 5b

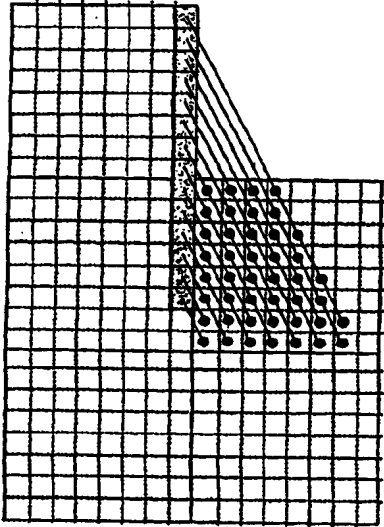


图 5c

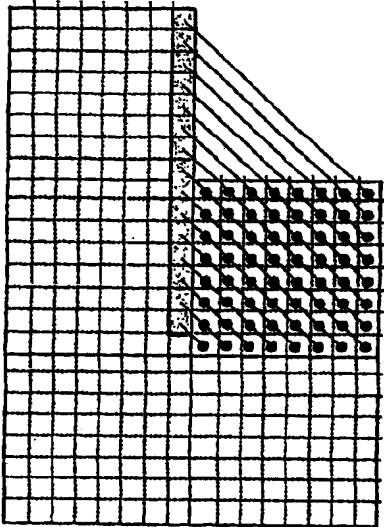


图 5d

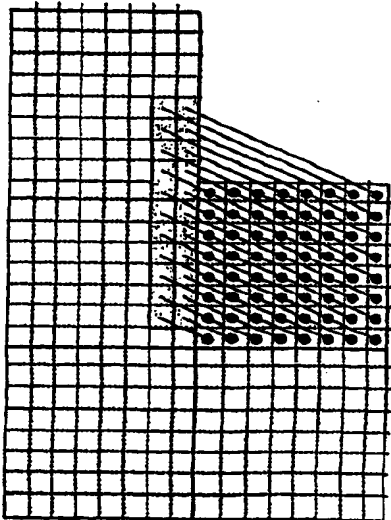


图 5e

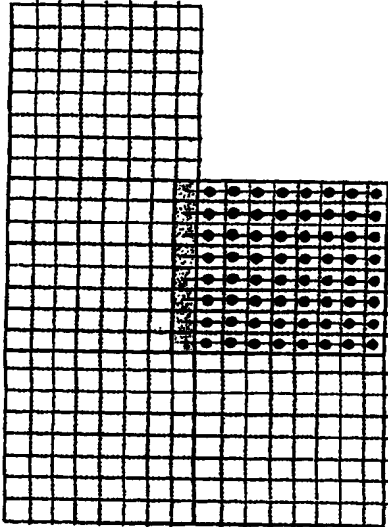


图 5f

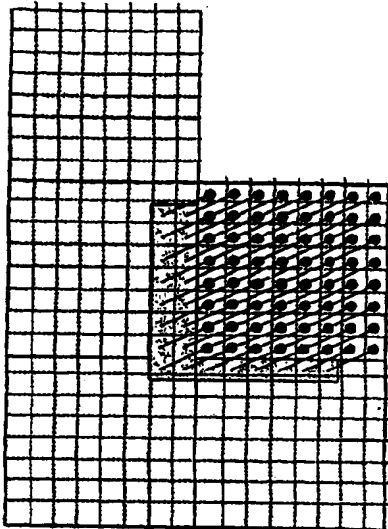


图 5i

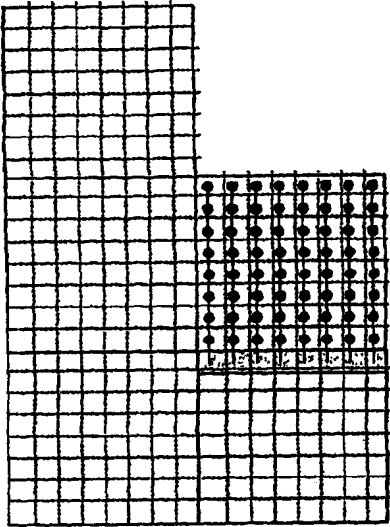


图 5h

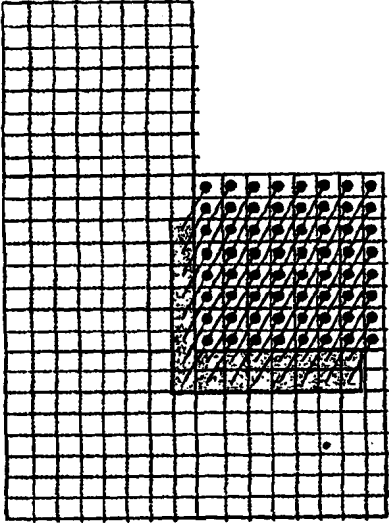


图 5g

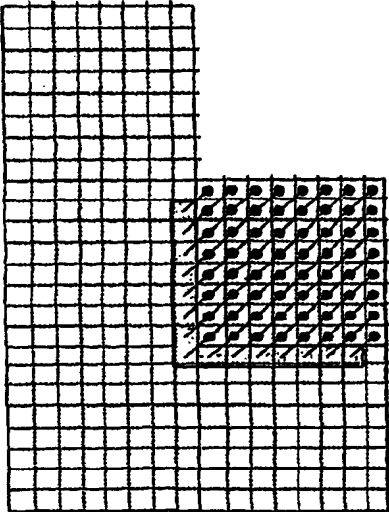


图 5l

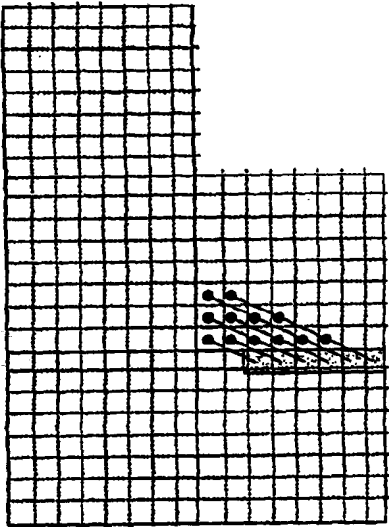


图 5k

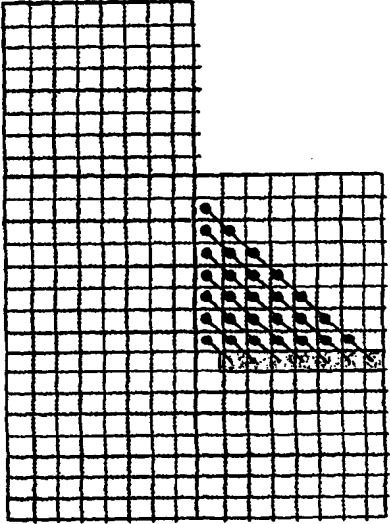
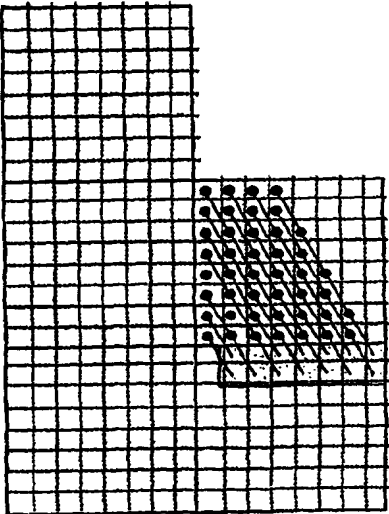


图 5j



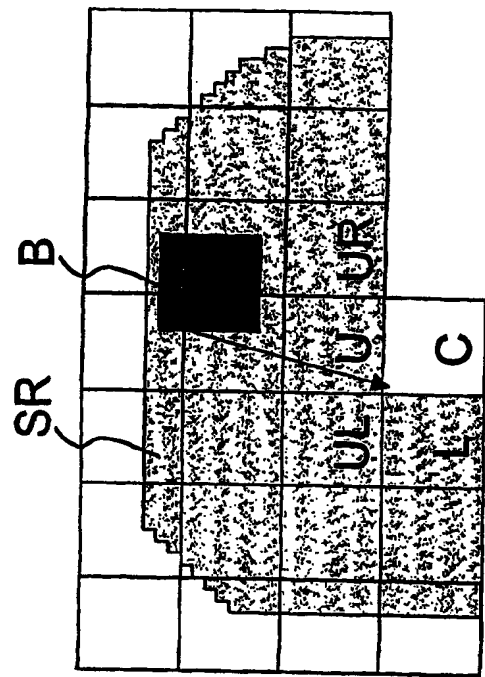


图 5m

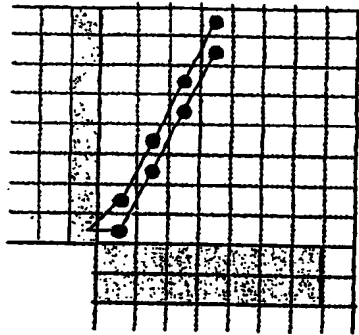


图 5p

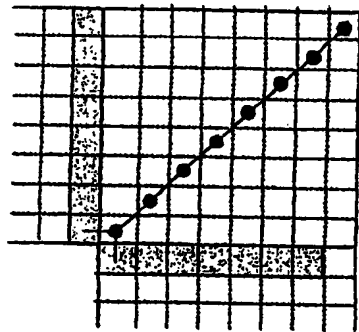


图 5q

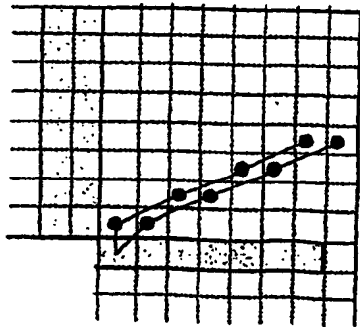


图 5r

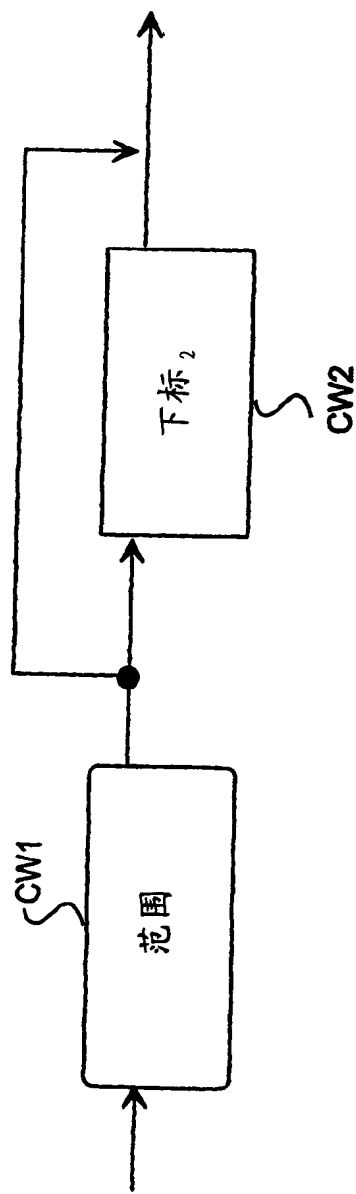


图 6

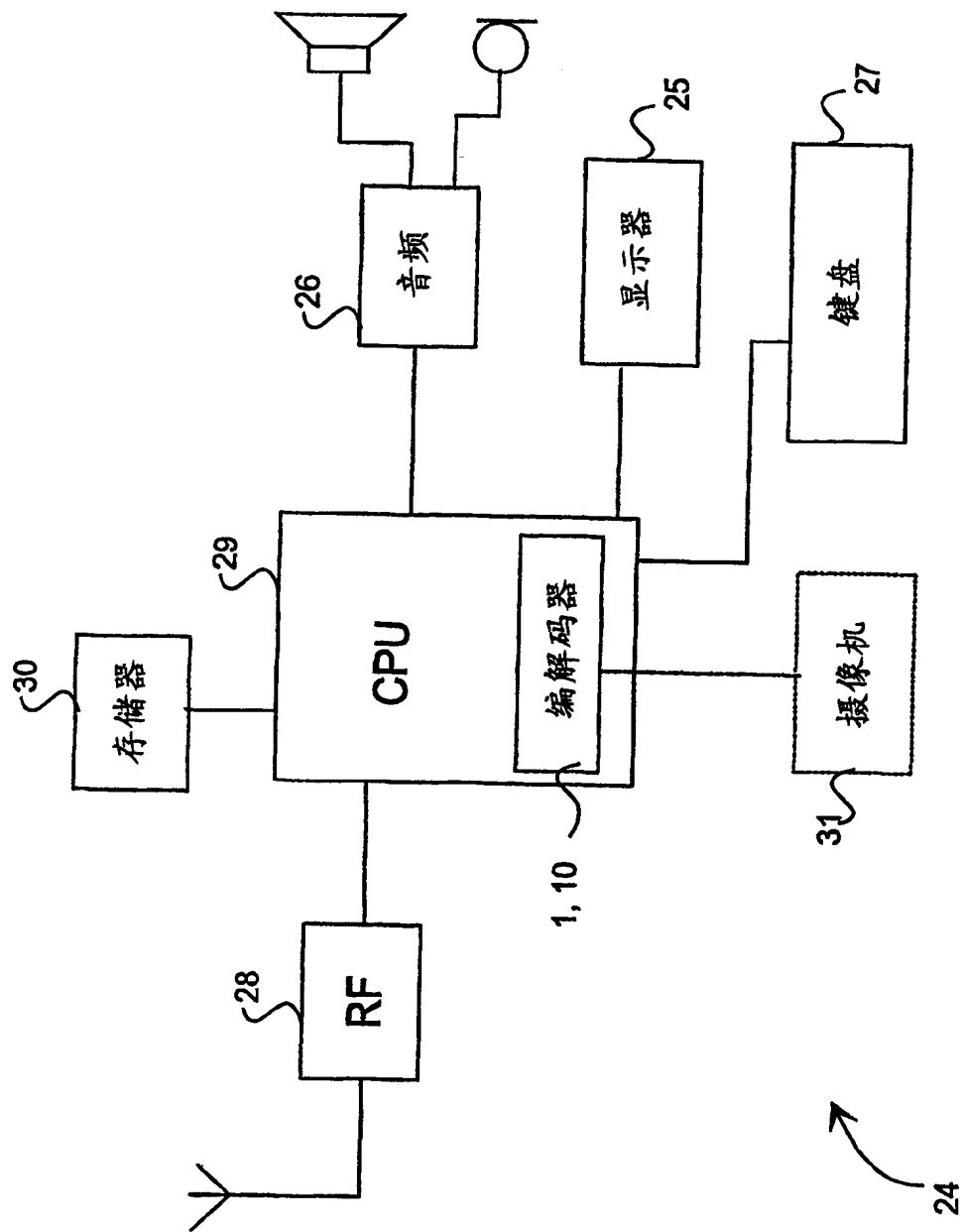


图 7